

Untersuchung über die graphische Bestimmung der Kondylenbahn

Vorgelegt

von

Klaus Ott

aus

Erlangen

Aus der Abteilung für Funktionelle Gebißanalyse
Vorstand: Professor Dr. Dr. O. Bock
der Klinik und Poliklinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkranke
der Universität Erlangen-Nürnberg

UNTERSUCHUNG ÜBER DIE GRAPHISCHE BESTIMMUNG
DER KONDYLENBAHN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Klaus Ott
aus
Erlangen

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. E. Rügheimer

Referent: Prof. Dr. Dr. O. Bock

Korreferent: Prof. Dr. M. Hofmann

Tag der mündlichen Prüfung: 14. Oktober 1975

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung.....	1
Bisherige Untersuchungen.....	3
Problemstellung.....	9
Methodik.....	10
Probandengut.....	14
Diskussion der Fehlermöglichkeiten.....	20
Ergebnisse eigener Untersuchungen.....	25
Interpretation des Ergebnisses.....	27
Diskussion.....	28
Zusammenfassung.....	30
Definitionen.....	31
Literaturverzeichnis.....	33

Einleitung

Die Kiefergelenke werden bei sagittaler Bewegung (Öffnung und Protrusion) des Unterkiefers von lateral betrachtet als Dreh-Gleit-Gelenke verstanden. Es findet also eine Bewegung statt, die man in eine rotatorische und eine translatorische Komponente unterteilen kann, wobei die Kondylen gegen die Disci articulares eine Rotationsbewegung, die Disci articulares gegen die Fossae articulares eine Translationsbewegung vollführen.

Dieses modellhafte Prinzip liegt der Konstruktion von Artikulatoren - vom Okkludator bis zum höchst individuell einstellbaren Artikulator - zugrunde und wird ebenfalls zur Registrierung der Beziehung von Unterkiefer zu Oberkiefer herangezogen.

Die reine Rotationsbewegung, die etwa in den ersten 2 cm der passiven sagittalen Öffnungsbewegung stattfindet, dient der Bestimmung der Scharnierachse: Nach Einbringen und Fixieren eines Löffels (run clutch tray) am Unterkiefer wird am Löffelgriff eine Querstrebe (anterior cross bar) befestigt, an der ein Längsbalken (side arm) so verschraubt ist, daß das eine Nadel tragende Ende auf die zu erwartenden Scharnierachsenpunkte weist. Bei geringen Öffnungs- und Schließbewegungen des nach retral geführten Unterkiefers wird die Nadel nun so eingestellt, daß ihre Spitze sich innerhalb dieser Grenzbewegung um die eigene Achse dreht.

Damit hat man die Rotationsbewegung, den einen Anteil der Kiefergelenkbewegung erfaßt, die Scharnierachse bestimmt, und kann die Referenzpunkte der Scharnierachse festlegen.

Nunmehr läßt sich ohne Schwierigkeiten der rein translatorische Anteil durch Vorschubbewegungen ermitteln, indem die Nadel durch einen Stift ausgetauscht wird,

der die Projektion dieser Bewegung auf einer Schreibunterlage aufzeichnet.

Diese beiden Informationen können nun dem Artikulator eingegeben werden: Die Beziehung Oberkiefer - Scharnierachse - Infraorbitalpunkt wird mit Hilfe eines Gesichtsbogens auf den Artikulator übertragen. Für das Übertragen der Projektion der sagittalen Translationsbewegung ist, soweit nicht die individuell ermittelte Bahn in allen ihren Abschnitten dem Artikulator eingegeben wird (z.B. Pantografie - Stuart Artikulator), folgende Methode angegeben worden:

Es werden zwei Wachsregistrare der sagittalen Bewegung, ein Protrusionsregistrat und ein Registrat in terminaler Scharnierachsenposition ohne Kontakt der Zahnreihen genommen und danach die Gelenkbahn - Neigung im Artikulator eingestellt. Bei der Mittelwert-einstellung wird nur ein Registrat in terminaler Scharnierachsenposition (zentrales Registrat) ermittelt und danach das Unterkiefermodell einjustiert.

Zur Klärung der Exaktheit dieses Vorgehens gehört das Wissen um die Probleme, die mit der Registrierung der sagittalen Bewegung der Kondylen und des Unterkiefers verbunden sind.

Bisherige Untersuchungen

Eine ausführliche Untersuchung bisheriger Untersuchungsmethoden zur Darstellung der Unterkieferbewegungen finden wir bei BEWERSDORFF (1967) (1) :

"Mit Hinblick auf die Bedeutung des Fragenkomplexes ist es nicht zu verwundern, daß die Zahl der Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet außerordentlich groß ist, so daß sie nur schwer übersehen werden kann.

Eine ausführliche Übersicht über die einschlägige Literatur bis 1930 gibt HILDEBRANDT, der auf Müllers große Monographie "Grundlagen und Aufbau des Artikulatorproblems" hinweist, die bereits damals, im Jahre 1925, 600 Arbeiten auf diesem Gebiet mit über 300 Autoren aufzählte."

Die Untersuchungsmethoden über den Verlauf der Kondylenbahn kann man - wie folgt - unterteilen:

- 1) direkt graphisch
 - a) Biß gesperrt
 - b) Biß nicht gesperrt = Zahnkontakt
- 2) indirekt graphisch
 - a) über elektronische Aufnehmer und Umsetzer
 - b) röntgenologisch mit graphischer Auswertung
 - c) röntgenkinematographisch und graphische Auswertung
- 3) kinematographisch = Aufnahmen mit Filmkamera
- 4) Wachsregistrator mit Auswertung im Artikulator

ad_1_a)

"Bei den graphischen Methoden werden die Bewegungen gewisser Kieferpunkte, im allgemeinen dem Unterkiefersymphysenpunkte und den Kondylen entsprechend mit Hilfe von Zeichenstiften o.ä. auf Zeichenflächen registriert. Die Stifte und Schreibflächen sind meist mit Gesichtsbögen einander gegenüber an den Kiefern oder auch am Kopfe befestigt. Die Registrierungen können, je nach Aufgabenstellung, in verschiedenen Ebenen erfolgen. Die ersten Registrierungen dieser Art wurden 1896 durchgeführt." (zit. nach BEWERSDORFF (1))

Von GYSI (7) ist diese Methode zur Bestimmung der Gelenkbahn wie auch des Bennettwinkel herangezogen worden. FRANK (5) versuchte so, eine kinematische Scharnierachse darzustellen.

Von McCOLLUM und STUART (12) wurde sie modifiziert angewandt, um Grenzbewegungen des Unterkiefers aufzuzeichnen und auf einen entsprechend individuell einstellbaren Artikulator zu übertragen.

ad_1_b)

Mit Hilfe eines "Thesiographen" bestimmten ZOLA und ROTHSCILD (16) Beziehungen zwischen Ruhe- Schwebe- Lage und Scharnierachsenpunkt/Axis-Traguslinie, wobei die Zähne in unbehinderten Kontakt treten können.

ad_2_a)

Tauscht man Schreibstift und Zeichenfläche gegen elektronische Impulsgeber und Impulsaufnehmer aus, so ist man bei den indirekten graphischen Methoden angelangt. Bei K.H. KÖRBER (10) wurden für die beiden Kondylen und für den Symphysenpunkt je ein System von Miniaturdrehbewegungswandlern entsprechend für die drei Raumkoordinaten verwendet. Die Linearbewegung eines Meßpunktes

wird über einen Zeiger in eine Drehbewegung verwandelt. Eine Drehung um die Achse des Meßwertaufnehmers verursacht eine analoge elektrische Widerstandsänderung. Die Meßwerte werden verstärkt, die lineare Darstellung von Bewegungen erfolgt in zwei Koordinaten auf einem Koordinatenschreiber.

Ein anderes Meßsystem - von ihm nur zur Messung der Bewegung des Symphysepunktes angewandt - wurde von BEWERSDORFF (1) angegeben: Hier werden die Bewegungen des Unterkiefers entsprechend dreier Raumkoordinaten über drei Drähte auf sog. Resolver, das sind nach dem induktiven Prinzip arbeitende Winkelmeßinstrumente, übertragen. Zur Kompensation der Oberkieferbewegung sind ebenfalls drei Resolver mit der Versuchsperson verbunden, von deren Werten die gefundenen Unterkieferwerte subtrahiert werden. Die Werte jedes einzelnen Resolverpaares $X_{UK}X_{OK}$, $Y_{UK}Y_{OK}$, $Z_{UK}Z_{OK}$ werden elektronisch umgesetzt, auf einen Papierstreifen notiert und anschließend ausgewertet.

Mit Hilfe von Halbleitermeßwertnehmern haben FEDERICK, PAMEIJER und STALLARD (3) bei nicht gesperren Zahnreihen die Beziehung zwischen Distalisation des Unterkiefers und Lageposition des Patienten und der auf den Unterkiefer ausgeübten Kraft zum Erreichen der zentralen Relation untersucht.

ad 2 b) und ad 2 c)

"Die Röntgenphotographie gehörte in ihren vielen Variationen selbstverständlich aus zu dem ständigen Rüstzeug der einschlägigen Forschungsarbeiten: in Form von stationären Aufnahmen des Kiefers in fixierten Stellungen (POSSELT) in stereoskopischer Form (FRANK, L.), mit Bildwechsler (LINDBLOM, SHEPPARD), als Röntgenkymographie (HILDEBRAND), als Röntgentomographie (HJORTSJÖÖ,

PERSSON, SONESSON und SONESSON), die in den letzten Jahren durch das Hinzukommen der Bildverstärkerröhren ein bedeutend größeres Anwendungsgebiet bekommen hat, da die niedrigere r-Dosis wesentlich längere Bildserien als früher erlaubt (BERRY und HOFMANN, F.A., KOIVUMAA, LUNDBERG)" (zit. bei BEWERSDORFF).

So fanden PUFF und KRAUSE (14) bei röntgenkinematographischen Untersuchungen an 6 Personen nach graphischer Auswertung unterschiedlichste Gelenkbahnformen bei unterschiedlicher Belastung.

Ähnliche Ergebnisse fand EICHNER (2) bei röntgenkinematographischen Untersuchungen zahnloser Patienten in Abhängigkeit der Bewegung von verschieden geformten Kunststoffwällen.

Bei röntgenkinematographischen Untersuchungen fanden FROMMHOLD und HIELSCHER (8) "niemals eine S-förmige oder die von ZIMMER (1941) angegebenen Bewegungsbahn mit der initialen Abwärtswanderung des Capitulum mandibulae. Vielmehr verlief die Bewegungsbahn bogenförmig mit kaudal gerichteter, lediglich im Radius wechselnder Konvexität."

ad 3)

HICKEY, ALLISON, WOELFEL, BOUCHER und STACY (9) berichteten von einem etwas aufwendigen Verfahren zur Darstellung der Unterkieferbewegungen in drei Dimensionen:

Die Bewegungen des Symphysenpunktes werden mit jeweils einer am mittleren rechten oberen Schneidezahn und am mittleren unteren linken Schneidezahn fixierten Miniaturleuchte, die Bewegung der Kondylen mit durch die Haut an den Kondylen direkt befestigten Miniaturleuchten kinematographisch bei unterschiedlichen Bewegungen und Belastungen erfaßt und unter Vergrößerung als Einzelbilder ausgewertet.

ad 4)

In einer vergleichenden Studie über den Kondylenbahnwinkel, dargestellt durch intraorale Wachsregistratrate (mit unterschiedlicher Auswertung in drei Instrumenten) registrierten POSSELT und FRANZEN (13) die Kondylenbahn anhand zweier Wachsregistratrate, eines jeweils in zentraler Nicht-Zahn-Kontakt-Relation, das andere in unterschiedlicher Protrusionsstellung, und ersahen den Winkel der Kondylenbahn aus der Einstellung der Kondylenbahnwinkel-Schraube des jeweiligen Artikulators.

Ein ähnliches Verfahren wurde von FERGER und RASCHE (4) angegeben:

Nach individuell lokalisierter Scharnierachse werden die Modelle von 16 Patienten nach der Kontrollsockelmethode in einen Artikulator Dentatus ARL montiert.

"Nach Lösen der Kondylarbahn- und der Kondylensperrmechanismen wurde im folgenden versucht, das Unterkiefermodell in die maximale Kraniallage zu führen, die wir als erreicht betrachteten, wenn die Modelle von Ober- und Unterkiefer eindeutig und unverrückbar zueinander fixiert waren." (zit. bei FERGER und RASCHE). Danach wurden an den Kondylenwinkelskalen die Abweichungen gemessen, die bei 10 von 16 Personen eine negative Kondylenbahn ergab.

Vorgenannte Untersuchungsmethoden sollen lediglich repräsentativ die prinzipiellen Möglichkeiten aufzeigen, die zur Untersuchung der Unterkieferbewegung bisher zur Verfügung standen. Es kann nicht Aufgabe dieser Arbeit sein, alle bisher beschriebenen Untersuchungen samt ihren Ergebnissen aufzuzählen, weswegen zugunsten der übersichtlichen Vereinfachung auf

eine differenzierte Darstellung verkomplizierender Methoden verzichtet wurde.

Problemstellung

Mit Hilfe der hier beschriebenen und durchgeführten Untersuchungsmethode zur Bestimmung der Kondylenbahn kann und soll Antwort auf folgende Fragen gegeben werden:

- 1) Welche Bahn beschreiben die Kondylen bei rein sagittaler Bewegung von der Protrusion in Scharnierachsenposition (bzw. umgekehrt) auf einer paramedianen Ebene?
- 2) Worin unterscheiden sich die Bahnen rein sagittaler Bewegung bei unterschiedlicher Führung des Unterkiefers durch
 - a) Daumen auf Kinn, stark forcierte Kräfte,
 - b) Daumen auf Kinn, Zeige- und Mittelfinger an Unterkieferbasis, mäßig forciert,
 - c) Patienten- eigene Führung?
- 3) Welche Aussage kann über ein Registrat gemacht werden, das entsprechend der hier genannten Methode erstellt wurde; wo liegen die Grenzen der Aussagefähigkeit?

Methodik

Der apparative Aufbau für die hier beschriebene Untersuchung entspricht einer Modifikation der bereits bekannten Pantografie:

Mit einem während des Abbindevorgangs volumenkonstanten Abdruckgips (Snow White, Kerr) werden am Oberkiefer wie am Unterkiefer spezielle Löffel starr fixiert, so daß der Biß möglichst gering gesperrt (innerhalb 1,5 cm Öffnungsbewegung) ist. Der Unterkieferlöffel trägt einen intraoralen Stützstift, der in einer nach unten konkaven, bogenförmigen Führungsplatte des Oberkieferlöffels gleiten kann, so daß Lateralbewegungen noch möglich sind, aber behindert werden.

An den Löffelstiel des Oberkieferlöffels ist die schreibplattentragende Apparatur, der Schreibstift - tragende Bogen am Unterkiefer-Löffelstiel fest verschraubt.

Die vertikal stehenden Schreibplatten des Oberkieferbogens werden so normiert, daß paramedian im gleichen Abstand der Platte von der Haut (2 cm) der Zeigedorn auf den arbiträren Scharnierachsenpunkt weist, die Oberkante der Platte parallel ist zu einer Verbindungslinie Tragusoberrand - Spina nasalis anterior.

Die Schreibspitzen des Unterkieferbogens werden so eingestellt, daß sie sich bei reinen Rotationsbewegungen des Unterkiefers in terminaler Scharnierachsenposition exakt um die eigene Achse drehen. Damit wird bei den Registrierungen eine ausschließliche Translationsbewegung des Unterkiefers geschrieben. Die metallenen Stifte werden durch kleine Magnete an die Schreibplatten des Oberkieferbogens angezogen. Nach mehreren probeweisen Vor- und Rückschubbewegungen des Unterkiefer, geführt durch den Untersucher, werden die Schreibstifte zum Aufzeichnen in der Rückschubbewegung aufgesetzt. (Abb. 1 - 4)

Die Registrierung, einstmals in die mit Kreidestaub oder Talkum-Alkohol-Suspension mühselig beschichteten Registrierplatten vorgenommen, kann nun nach SCHREMS (15) folgendermaßen durchgeführt werden:

Auf die Schreibplatten werden Selbstklebeetiketten entsprechender Größe aufgeklebt, so daß Ober- und Hinterkante mit dieser übereinstimmen. Darüber wird für jede Registrierung ein andersfarbiger Streifen der "Hanel-Okklusionsprüffolie" plan mit Tesa-Film randständig aufgeklebt und durch die über Magnetkräfte angezogenen Schreibstifte bei der Rückschubbewegung die translatorische Bewegung der Kondylen aufgezeichnet.

Hierbei sitzt der Patient aufrecht, den Kopf an die Kopfstütze angelehnt. Die erste Registrierung erfolgt bei Führung durch Daumen auf Kinn, Zeigefinger und Mittelfinger an der Unterkieferbasis, mäßig forciert, die zweite Registrierung mittels Daumen am Kinn "stark forciert". Die Richtung des Druckes ist lotrecht zum Patienten, vom Kinn in Richtung der Fossae articulares definiert. Die dritte- und letzte - allein patientengeführte Registrierung - läuft ab nach dem Kommando "Unterkiefer ganz zurück". (Abb. 5 und 6)

Zur Überprüfung der Reproduzierbarkeit werden die Aufzeichnungen fünfmal am gleichen Patienten durchgeführt.

Das Gewicht der Apparatur beträgt:

OK-Löffel:	27	g	UK-Löffel:	42	g
OK-Bogen:	200	g	UK-Bogen:	165	g

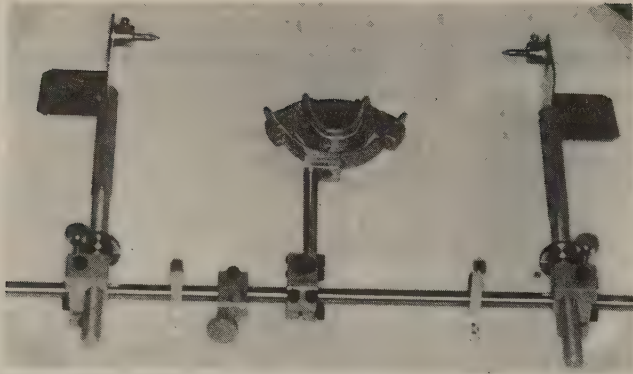


Abb. 1: OK - Löffel und OK - Bogen



Abb. 2: UK - Löffel und UK - Bogen



Abb. 3 : STUART - Pantograph am Patienten
montiert und justiert



Abb. 4: Montierte Löffel mit konkaver
Führungsplatte von dorsal

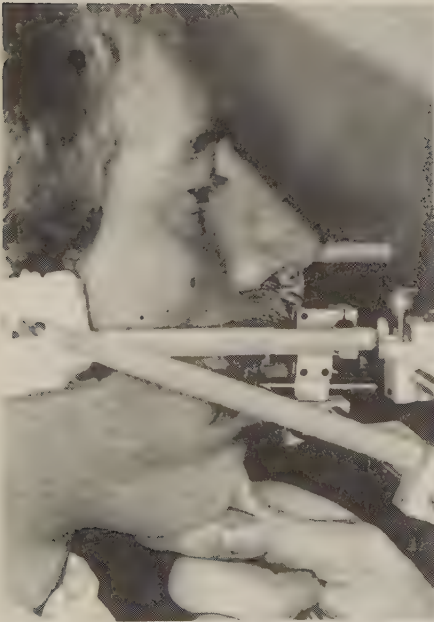


Abb. 5: Führen des Unterkie-
fers mit Daumen am
Kinn



Abb. 6: Führen des Unterkie-
fers mit Daumen am
Kinn, Zeige- und Mit-
telfinger an UK- Ba-
sis

Probandengut

Die Versuchspersonen waren zum Großteil Studenten der Zahnmedizin, die jedoch nicht nach bestimmten Kriterien extra ausgewählt wurden, um eine subjektive Beeinflussung des Ergebnisses zu vermeiden.

Da allerdings nur eine Löffelgröße von Oberkiefer- und Unterkieferlöffeln vorlag, mußten Personen ausgeschieden werden mit extrem schmalen oder weiten Kiefergrößen oder Patienten mit ausgeprägtem Deckbiß, bei denen ein Anbringen der Löffel unmöglich war.

Befundet wurden:	Alter
(siehe Tab. 1)	Geschlecht
	Kariesanfälligkeit und Sanierungszustand
	Existenz von Lücken, Füllungen, Brücken
	KFO-Behandlung
	Gelenkbeschwerden
	Myopathien
	Seitabweichungen der Unterkieferbewegung
	Parafunktionen (Knirschen, Pressen)

Geschlecht	Alter	Pressen? Knirschen?	Kfo?	Kiefergelenk- beschwerden?	Bemerkungen
1 B., H. m.	23 J.	?	-	-	gering kariesanfälliges, versorgtes Gebiß, Schub 1,5 mm
2 M., G. m.	24 J.	?	-	-	Kariesanfälliges Gebiß, Lücke 46
3 H., H-F. m.	26 J.	-	-	ja	versorgtes, kariesanfälliges Gebiß, Lücke 36, Seitabweichung nach links
4 E., L. m.	26 J.	ja	-	-	Inlay versorgtes Gebiß, Lücke 28, Lücke 46 seit Juni 74 versorgt, Angle I
5 B., W. m.	24 J.	-?	-	-	total Inlay versorgt und eingeschliffen
6 W., H. m.	23 J.	-	-	ja	gelegentl. Krepitation KG, vollbezahnt, Inlayversorgt
7 S., F. m.	25 J.	?	-	ja	beschwerdefreie Krepitation linkes KG, Lücken 36, 46
8 J., J. m.	26 J.	-	-	-	1 Füllung 14, Angle I
9 B., H. m.	27 J.	-	-	-	S-förmige Öffnungsbewegung, Inlayversorgt
10 S., K. m.	22 J.	?	-	-	Lateralbewegung bei Protrusion, Amalgamfüllung - saniert

Geschlecht	Alter	Pressen? Knirschen?	Kfo?	Kiefergelenk- beschwerden?	Bemerkungen
12 L.,	U. w. 22 J.	-	-	-	Kreuzbiß 43, Seitabweichung kurz vor Schließen, Inlayver- sorgtes Gebiß
13 G.,	H. m. 31 J.	?	-	-	kariesanfälliges, teilsanier- tes Gebiß, Angle I
14 I.,	R. w. 22 J.	?	-	ja	gelegentliches Knacken rech- tes KG, vollbezahnt, Amalgam- füllung - versorgt
15 V.,	H. m. 28 J.	?	-	ja	Knacken der Gelenke immer beim Essen; Deckbiß
16 v.H.,	H. m. 28 J.	ja	-	-	kariesanfälliges Gebiß, Brücke 45 - 48
17 S.,	G. m. 25 J.	ja	-	-	kariesanfälliges Gebiß, Lücke 36, Brücke 17 - 15
18 I.,	L. w. 24 J.	ja	ja	ja	manchmal initiales Knacken rechtes KG, Inlaybrücke 35 - 37, Abknickung der Kau- ebene linker UK
19 M.,	K. m. 25 J.	-	ja	-	kariesanfälliges Gebiß, teil- saniiert Brücke 35 -37
20 S.,	W. m. 24 J.	-	-	-	S-förmige Öffnungsbewegung, Seitabweichung nach rechts bei Retrusion

Geschlecht	Alter	Pressen? Knirschen?	Kfo?	Kiefergelenk- beschwerden?	Bemerkungen
21 G., J. m.	26 J.	ja	-	-	Knacken rechtes KG bei wei- ter Öffnung, Lücken 15, 26 (Brücke) 36 - 45
22 W., F. J. m.	25 J.	-	ja	ja	KG links und rechts druck- schmerzhaft, Seitabweichung links bei Öffnungsbewegung, Kreuzbiß 43, 46
23 P., G. m.	27 J.	-	-	-	Seitabweichung nach links, Amalgamfüllung - versorgtes Gebiß
24 V., U. w.	23 J.	-	-	-	gering kariesanfälliges, sanieretes Gebiß, S-förmige Öffnungsbewegung
25 M., R. m.	22 J.	ja	ja	ja	KFO 8-14 LJ., Pressen nachts, gel. Kopfschmerzen vorm., ka- riesanf. san. Gebiß, Brücken 47 - 45, 35 - 37; 16, 26 mes. gekippt
26 M., H. m.	25 J.	?	-	-	Seitabw., Krepitation re. KG rechtes KG terminales Knacken, 16 elong. gering kariesanfäl- liges, san. Gebiß, Deckbiß

Geschlecht	Alter	Pressen? Knirschen?	Kfo?	Kiefergelenk- beschwerden?	Bemerkungen
27 M., G. m.	25 J.	ja	-	ja	Knirschen nachts; terminales Knacken, Seitabw.links, ka- riesanf.inl.-versorgtes Gebiß terminales Knacken linkes KG, Seitabw.links, kariesanfälli- ges, inlay/Kronenversorgtes Gebiß, Lücke 35
28 B., G. m.	26 J.	-	-	ja	Knirschen seit Eins.der In- lays, kariesanfälliges, san. Gebiß, Seitabweichung re.beim Schließen
29 S., N. m.	24 J.	ja	-	-	Knirschen bei Stress, gering kariesanfälliges Gebiß, ver- sorgt
30 E., J. m.	22 J.	ja	-	-	Brückenüber 12, 21, 23, 25, 26, Lücken 36, 47, kariesan- fälliges san.Gebiß, Seitab- weichung bei Schließbewegung
31 G., J. m.	27 J.	-	-	-	Knirschen bei Stress, unregelm. auftretende Schmerzen rechtes KG bei Belastung, S-förmige Öffnungsbewegung
32 W., J. m.	25 J.	ja	-	ja	

Geschlecht	Alter	Pressen? Knirschen?	Kfo?	Kiefergelenk- beschwerden?	Bemerkungen
33 F., H. m.	23 J.	-	-	-	gering kariesanfälliges, san. Gebiß, unklare Öffnungsbeweg- ung
34 B., B. m.	23 J.	-	-	-	gering kariesanfälliges Ge- biß, teilinlayversorgt, Zstd. nach Einschleiftherapie
35 B., H. J. m.	24 J.	-	-	-	gering kariesanfälliges, san. Gebiß
36 D., H. G. m.	24 J.	-	ja	-	KFO-Beh. 12-14 LJ. keine Fül- lung
37 O., R. m.	27 J.	?	-	-	kariesanfälliges, Inlay-/Kro- nenversorgtes Gebiß; geringe Seitabweichung nach links
38 Sch., S. m.	25 J.	-	-	-	gering kariesanfälliges lücki- ges, san. Gebiß; Lücke bei 35

Diskussion der Fehlermöglichkeiten

Nicht quantitativ erfaßt und daher nur qualitativ abschätzbar wurden folgende Einflüsse während der Untersuchung. Ihre mögliche Beeinflussung des Ergebnisses war also bewußt, weswegen versucht wurde, konstante Bedingungen einzuhalten unter Verzicht auf quantitative Bestimmung.

1) Standardbedingungen

Es ist für präzise wissenschaftliche Untersuchungen notwendig und üblich, allgemeine Standardbedingungen zu registrieren und deren Einfluß auf die Versuchsanordnung zu überprüfen, als da sind: Temperatur, Luftdruck, Tageszeit, regionale Gegebenheiten (=Eichgrößen).

Die Zeitdauer einer Untersuchung wurde jeweils mit 45 ± 5 min. bemessen.

2) Eigenschaften der Apparatur

Ungenauigkeiten der Messung könnten zudem hervorgerufen werden durch bestimmte Eigenschaften der Apparatur. Diese Einflüsse bedingen jedoch eine Streuung der Aufzeichnung um ein meßbares arithmetisches Mittel:

- a) Dicke, Verrundung und magnetische Feldstärke (Anzugskräfte) der Schreibstifte,
- b) Stabilität und Verwindungssteifigkeit der Apparatur,
- c) Einflüsse durch nicht exakt plan aufliegende Schreibfolie auf dem Registrierpapier,
- d) Schwingungs-/Resonanzverhalten der Apparatur

3) Einflüsse der Apparatur auf die Versuchsperson

- a) Die Bestimmung der Scharnierachse erfolgte bei gering (bis 1,5 cm) gesperrtem Biß, d.h., es besteht die theoretische Möglichkeit der Verzeichnung durch nicht exakte Bestimmung der Scharnierachse, da in einem solchen Fall nicht die Bewegung der Scharnierachse, sondern eines nicht reproduzierbaren "Kondylenpunktes " vermessen würde. Dieser Fehler äußert sich, falls überhaupt, in einer Abweichung in den vorderen Anteilen der Aufzeichnung und wird umso geringer, je näher die Kondylen der terminalen Scharnierachsenposition kommen. Mit diesem Problem hat sich bereits LE PERA (11) beschäftigt.
- b) Durch die Sperrung des Bisses besteht außerdem die mehr theoretische Möglichkeit, daß die Kondylen auf ihrem Weg von ventral nach dorsal nicht die terminale Scharnierachsenposition erreichen, wie dies etwa bei nicht gesperrtem Biß möglich wäre. Damit würde der dorsale Teil der Kiefergelenkbewegung nicht aufgezeichnet werden können.

Eine Kompensation dieses möglichen Fehlers ist durch das Gleiten des Führungsstiftes auf der nach distal oben geneigten, nach unten konkaven Führungsplatte versucht, die eine Verringerung der Bißsperrung bei der Retrusionsbewegung mit sich bringt.
- c) Eine mögliche Irritation und dadurch provozierte reflektorische Gegenkraft der perioralen Muskulatur durch die etwas sperrige Apparatur kann nicht ausgeschlossen werden.
- d) Ebenfalls nicht gemessen wurde eine mögliche, diskutierte Deformation der Mandibula während der Aufzeichnung.

4) Einflüsse durch individuelle Gegebenheiten der Versuchspersonen

- a) Eine nicht rein sagittale Bewegung (d.h. eine laterale Komponente während der sagittalen Bewegung) führt zu einer Verprojektion der Aufzeichnung. Ersichtlich ist dies, wenn während der Bewegungsaufzeichnung ein Schreibstift stehenbleibt, der andere weiterzeichnet bis beide wieder symmetrisch weitergleiten. Diese Phänomen einer nichtlinearen Verzeichnung konnte initial, intermediär und terminal beobachtet werden. Es handelt sich hierbei zumeist um Patienten mit manifesten Kiefergelenkerkrankungen und Störungen im Kaugeschehen.
- b) Dieses Phänomen der Verprojektion einer Aufzeichnung durch nicht exakt sagittale Bewegung scheint in Zusammenhang zu stehen mit muskulären Gegenkräften bei der Führung nach dorsal. Diese muskuläre Abwehrspannung scheint erhöht zu sein je höher der ausgeübte Druck bei der Führung ist, und ist möglicherweise ein Hinweis auf patienteneigene Engramme der Kaubewegung; sie wurde jedoch nicht elektromyographisch bestimmt.
- c) Durch patienteneigene Engramme könnten auch andere Abweichungen der Apparatur von der sagittalen Bewegung hervorgerufen werden, die zu einer nicht exakten Aufzeichnung der Kondylenbahn führen dürften.

So ist im geringen Ausmaß an eine körperliche Seitbewegung zu denken wie auch an eine Kippung in der Vertikalebene um den Stützstift. Es muß diese Möglichkeit dann diskutiert werden, wenn die patientengeführte Aufzeichnung nicht mit der reproduzierbaren untersucher - geführten Kondylenbahn übereinstimmt.

- d) Ungleiche Kondylenbahnen links und rechts - wie sie fast immer anzunehmen sind - führen ebenfalls zu einer Verprojektion der Kondylenbahn - Aufzeichnung, ein Fehler, der umso größer wird, je weiter die Registrierplatten vom jeweiligen Kondylus entfernt sind. Er wird umso geringer (und praktisch gleich Null), wenn man sich die Registrierplatten in die anatomische Kondylenbahn projiziert denkt. Die Schreibplatten sind hier im Abstand von 2 cm angebracht.
- e) Für die rein sagittale Aufzeichnung der Kondylenbahn unerheblich, aber für die Diskussion der Fehlermöglichkeiten entstanden durch nicht sagittale Bewegung (Punkt 4a, 4c, 4d) und deren quantitative Abschätzung wäre notwendig, den Interkondylarabstand zu bemessen.
- f) Auch konnte nicht quantitativ erfaßt, allenfalls abgeschätzt werden der Einfluß einer (soweit vorhandenen) Kiefergelenkserkrankung auf die Untersuchungsmethode.

6) Einfluß methodischer Fehler

- a) Inwieweit die Stärke des Druckes auf das Kinn bzw. den Unterkiefer das Ergebnis zu beeinflussen vermag, kann ebenfalls nur abgeschätzt werden, da diese Parameter ebenfalls nicht gemessen wurden. Es liegt eine Untersuchung von FEDERICK ET AL. vor, die eine direkte quantitative Beziehung zwischen Kraft und Distalisation ermaßen.
- b) Auf jeden Fall ist zu berücksichtigen, mit dieser Methode nicht darstellbar, der zeitliche Ablauf der sagittalen Bewegung und die Geschwindigkeit der Bewegung, Parameter, die auf das Registrat einen erheblichen Einfluß zu haben scheinen. Durch einen zu schnellen Ablauf der Bewegung entziehen

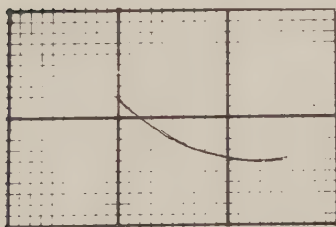
sich einige Parameter der klaren Beobachtung, die bei einer zeitlichen Spreizung der Aufzeichnung mögliche Fehlerquellen (auch des apparativen Aufbaues) erkennen ließen.

- c) Auf die Verprojektion der Aufzeichnung durch laterale Abweichung wurde bereits hingewiesen (Punkt 4 a). Sie kann auch durch den Untersucher hervorgerufen worden sein, der sich folglich bemühte, dies zu vermeiden.
- d) Auch wurde als Fehlerquelle erkannt und weitestgehend vermieden eine Ablenkung der Schreibstifte beim Aufsetzen bzw. Abnehmen der Schreibstifte, der Folie und der Etiketten.
- e) Weiterhin ist zu erwähnen, daß als Störungsmöglichkeit auch der Einfluß des Stützstiftes angesehen werden muß, sei es durch die durch ihn bedingte Führung oder auch durch die vielleicht theoretische Möglichkeit einer Distraction der Gelenke während der Führung durch den Untersucher mit dem Stützstift als Hypomochlion und daraus resultierend eine Verzeichnung der Kondylenbahn nach kaudal.

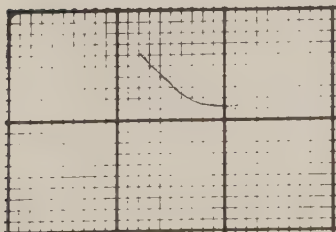
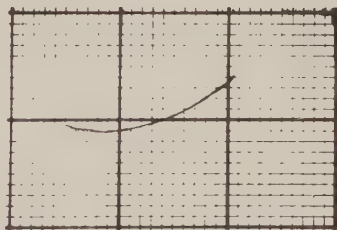
Ergebnisse:

Die Etiketten mit den aufgezeichneten Bewegungsbahnen der Protrusionsbewegungen wurden abgenommen; zur Auswertung des Kurvenverlaufs wurde eine Rasterplatte (Orthodontisches Kreuz zum Diagnostischen Besteck nach Prof.Dr. Korkhaus) aufgelegt, so daß Oberkante und Hinterkante des Etiketts mit einer Hauptlinie der Rasterplatte zusammenfallen. Danach wurde eine fotografische Aufnahme und Vergrößerung durchgeführt (Maßstab 2:1, 1 dicker Teilstrich entspricht 1 cm).

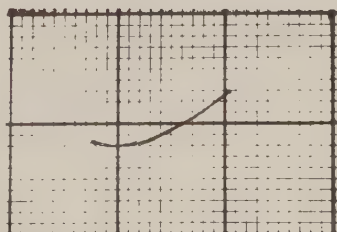
Folgende Aufnahmen wurden als exemplarisch ausgewählt und abgedruckt:

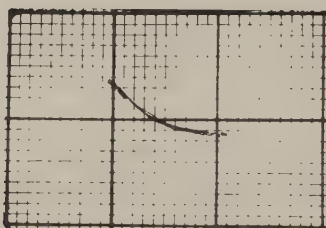


Pat.- Nr. 9

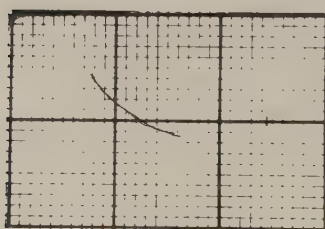
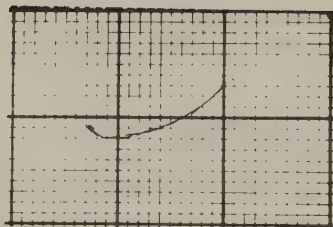


Pat.- Nr. 16

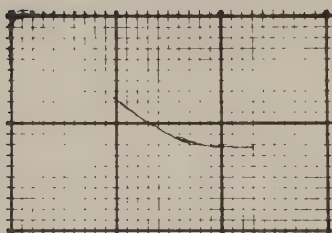
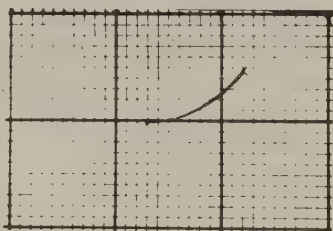




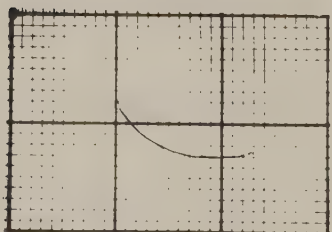
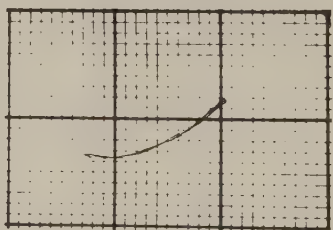
Pat.- Nr. 19



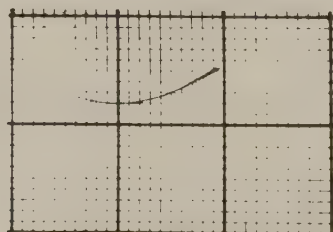
Pat.- Nr. 20



Pat.- Nr. 21



Pat.- Nr. 37



Interpretation des Ergebnisses

Da die Untersuchung ohne gleichzeitige Bestimmung anderer zu messender Parameter (vgl. "Diskussion der Fehlermöglichkeiten") durchgeführt wurde, und die Zahl der Versuchspersonen für eine exakte arithmetisch-statistische Auswertung nicht ausreichte, kann das Ergebnis nicht statistisch erfaßt werden, sondern allenfalls 'interpretiert' werden:

- 1) Mit der hier genannten Untersuchungsmethode kann die Kondylenbahn bei gesunden, bezahnten Patienten als eine reproduzierbare, nach kaudal konvexe Bahn beobachtet werden. Diese Beobachtung deckt sich mit den Erfahrungen von GYSI (7) und HIELSCHER (8).
- 2) Diese Bahn ist innerhalb der Meßgenauigkeit (siehe "Diskussion der Fehlermöglichkeiten") unabhängig von der Art der Führung des Unterkiefers (soweit rein sagittale Bewegung erreicht).
- 3) Lateralabweichungen von der sagittalen Führung können zu einer s-förmigen Krümmung der Bahn führen.
- 4) Okklusale Störungen scheinen sich über veränderte neuromuskuläre Informationen in einer Abweichung von der konvexen Bahn zu manifestieren.
- 5) Die Bahnen - soweit unterschiedlich - treffen sich in ihrem distalen Endpunkt. Dies ist eine Bestätigung der Beobachtung, daß die terminale Scharnierachsenposition eine reproduzierbare Position ist.
- 6) Die vorgefundenen Kondylenbahnen ergeben keinen Hinweis auf eine Verlagerung der Kondylen nach dorsal-kaudal, wie es von FERGER und RASCHE (4) und GAUSCH und KULMER (6) angegeben wurde; es muß der Verdacht geäußert werden, daß es sich hierbei - wie bereits von BAUER und GUTOWSKI (17) erörtert - um Verfahrensfehler handelt.

Diskussion des Ergebnisses

Um eine sinnvolle Erörterung der bisher geschilderten Gedanken zu ermöglichen, erscheint es notwendig, zusätzliche in Erwägung zu ziehen:

Zwar wurde eingangs das Kiefergelenk als Dreh-Gleit-Gelenk beschrieben, doch darf dies nicht über die Tatsache hinwegtäuschen, daß es sich bei dem Kiefergelenk nicht um ein technisch - mechanisches, sondern um ein biomechanisches Gelenk handelt mit Eigenschaften lebender Gewebe. Darüberhinaus werden die Bewegungen des Kiefergelenks und damit des Unterkiefers durch Ligamente (Ligamenta lateralia, Ligamenta sphenomandibularia, Ligamenta temporomandibularia) und durch die fibrösen Gelenkkapseln begrenzt.

Somit gleiten die Kondylen, die knöchernen Gelenkfortsätze der Mandibula, mit ihrer Knorpelauflage mitsamt einem hyalin-knorpeligen Discus articularis in der von einer knorpeligen Schicht überzogenen Fossa articularis - im Bereich der Zahnreihen durch einen Stützztift mit Führungsplatte geführt - aus einer protrusiven Stellung in eine ligamentös begrenzte dorsale Grenzposition, die terminale Scharnierachsenposition. Dabei kann es sowohl zur Kompression der knorpeligen Anteile wie auch Dehnung der ligamentösen Anteile des Kiefergelenks kommen.

Gesteuert wird dieser Bewegungsablauf einerseits durch neuromuskuläre Reflexbahnen des Patienten, die trotz Verwendung einer Stützztift-Führungsplattenapparaturnicht auszuschalten sind, wobei es zu lateralen Abweichungen entsprechend der patienteneigenen neuromuskulären Engramme kommen kann. Andererseits bemüht sich der Untersucher um eine möglichst gleichförmige, reproduzierbare, sagittale Führung des Unterkiefers; zur Kontrolle wurde der Patient angewiesen, über seine eigenen neuromuskulären Führungsmechanismen die gleiche Bewegung auszuführen.

Unterschiedlichen Patienten wurden bei kaum konstanten Bedingungen mit einer irritierenden Apparatur rein sagittale Bewegungen 'aufgezwungen', wobei eine hohe Anzahl ungenauigkeiten-provozierender Störfaktoren den Verlauf der Untersuchung beeinflussten.

Trotz aller dieser Schwierigkeiten, von einer differenziert-individuellen Beobachtung bei Beachtung aller den Verlauf der Untersuchung beeinflussender Parameter zu einer allgemein-gültigen Aussage zu kommen, erscheint es zulässig, von der Kondylenbahn als einer (bei sagittaler Bewegung) reproduzierbaren, nach kaudal konvexen Bahn zu sprechen.

Hervorgehoben werden sollte die Reproduzierbarkeit der Untersuchung, ein Kriterium, das bei der Variation der menschlichen Individuen (mit dem auftauchenden Problem, inwieweit hier überhaupt reproduzierbare Ergebnisse erzielt werden können) nicht unterschätzt werden sollte.

Sicherlich besteht das Problem darin, von dem graphisch fixierten Ergebnis der Registrierung der Bewegung der Scharnierachse bei der Bewegung des Unterkiefers von ventral nach dorsal auf die tatsächlichen anatomisch-funktionellen Verhältnisse des Kiefergelenks zu schließen. Dieser Schritt ist nur zulässig, wenn bei der Übertragung eines technisch-mechanischen Resultates alle Parameter bedacht werden, die bei der jeweiligen Untersuchung und deren Meßergebnissen eine Rolle gespielt haben. Insofern wurde hier auf die Diskussion der Fehlermöglichkeiten großer Wert gelegt. Erst das Erkennen der Parameter zeigt die Grenzen der Gültigkeit einer jeden Untersuchung (wie dieser) auf, und läßt damit einen allgemeingültigen Schluß zu.

Zusammenfassung

Nach Schilderung bisheriger Untersuchungsergebnisse und Methoden wurden die Ergebnisse der graphischen Bestimmung der sagittalen Kondylenbahn von 38 Versuchspersonen mit Hilfe einer genau beschriebenen Apparatur berichtet und interpretiert.

Es wurde die Kondylenbahn vorgefunden als reproduzierbare, nach kaudal konvexe Bahn, an der (mit Unterschieden zwischen links und rechts) die Kondylen oft nicht symmetrisch nach dorsal gleiten.

Ein Abweichen nach dorsal-kaudal konnte bei Anwendung der beschriebenen Untersuchungsmethode nicht beobachtet werden; eine Abweichung von der nach caudal konvexen Bahn wurde als Abweichung von der rein sagittalen Bewegung interpretiert.

Auf Grund der großen Anzahl gefundener, nicht quantitativ erfaßter Parameter muß es weiteren, erforderlichen und umfassenderen Arbeiten vorbehalten sein, unter quantitativer Bestimmung der bereits genannten und zusätzlicher das Ergebnis beeinflussender Faktoren die Problematik erneut zu durchleuchten.

Definitionen:

(entsprechend der Nomenklaturvorschläge des Arbeitskreises funktionelle Gebißanalyse der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde)

Okklusion:

Jeder Kontakt zwischen Oberkiefer- und Unterkieferzähnen.

Habituelle Interkuspidation (früher habituelle Okklusion):

Zusammenschluß der Oberkiefer- mit den Unterkieferzähnen im maximalen Vielpunktkontakt.

Scharnierachse:

Eine gedachte Achse, um die sich die Kondylen bei der Öffnungs- und Schließbewegung des Unterkiefers drehen.

Terminale Scharnierachsenposition:

Hierbei befinden sich die Scharnierachse in der retralen und cranialen Lage, die Kondylen in nicht seitenverschobener Position. Als Referenzpunkte dienen die scheinbaren Durchtrittsstellen der Achse durch die Haut.

Retrale Kontaktposition (retrudierte Kontaktposition):

Die Okklusion in terminaler Scharnierachsenposition.

Protrusion:

ist eine Bewegung des Unterkiefers, bei der sich beide Kondylen gleichzeitig nach ventral bewegen.

Kondylenbahn:

ist die Bahn, die ein bestimmter Punkt des Kondylus während der Bewegung durchläuft. Dieser Punkt liegt auf der Scharnierachse.

Kondylenbahnwinkel:

wird gebildet durch die Projektion folgender Geraden auf die Medianebene:

- a) eine Parallele zu einer durch Schädelbezugspunkte festgelegten Geraden. Die jeweiligen Bezugspunkte sind anzugeben (z.B. Frankfurter Horizontale, Scharnierachse, Orbitalebene).
- b) eine Gerade, welche gegeben ist durch die Verbindung zweier Punkte der Kondylenbahn. Der erste Punkt gibt die terminale Scharnierachsenposition an, der zweite Punkt liegt protrusiv davon.

Literaturverzeichnis

1. BEWERSDORFF, H.J.: Elektrognathographie
Dtsch. Zahn-, Mund- u.Kiefer-
heilk. Bd. 48 H.3/4 (1967)
2. EICHNER, K.: Röntgenkinematographische
Studien der Bewegungen des
Kondylus zahnloser Patienten
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 251
(1967)
3. FEDERICK, D.R., A Correlation Between Force
PAMEIJER, C.H., an Distalization of the
STALLARD, R.E.: Mandible in Obtaining Cen-
 tric Relation
J.Periodont., Vol. 45, No. 2,
Febr. 1974
4. FERGER, P., Zentrales Registrat und
RASCHE, K.: maximale Kraniallage des
 Unterkiefers
Dtsch. zahnärztl. Z. 28,
794 - 796 (1973)
5. FRANK, V.: Die sagittalen Kieferbewe-
 gungen
Med. Diss. Hamburg, 1922
6. GAUSCH, K., Erfahrungen mit der Ge-
KULMER, S.: bißanalyse nach Lauritzen
Dtsch. zahnärztl. Z. 26,
151 - 156 (1971)
7. GYSI, A.: Artikulation
BRUHN, KANTOROWICZ, PARTSCH:
Handbuch der Zahnheilkunde,
III zahnärztl.Prothetik,
J.F. Bergmann, München, 1930

8. HIELSCHER, W., Röntgenkinematographische Studien zur Form der Kondylenbahn des Kiefergelenkes
Fortschr. Röntgenstr. 96, 103, 1962
9. HICKEY, J.C., Mandibular Movements in three Dimensions
ALLISON, M.L., J. prosth. Dent., Vol. 13, No. 1, 72 (1963)
WOELFEL, J.B.,
BOUCHER, C.O.,
STACY, R.W.:
10. KÖRBER, K.H.: Elektronische Registrierung der Unterkieferbewegungen im normalen und okklusionsgestörten Gebiß
Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 167 - 176 (1971)
11. LE PERA, F.: Understanding Graphic Records of Mandibular Movements
J. prosth. Dent., Vol. 18, No. 5, 417 (1967)
12. Mc COLLUM, B.B., A Research Report
STUART, C.E.: Scientific Press, South Pasadena, Calif., 1955
13. POSSELT, U., Registration of the Condyle Path
FRANZEN, G.: Inclination by intraoral Wax Records: Variations in three Instruments
J. prosth. Dent., Vol. 10, No. 3, 441 (1960)
14. PUFF, A., Röntgenkinematographische Untersuchung am Kiefergelenk unter funktioneller Belastung
KRAUSE, G.: Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 189 (1965)

15. SCHREMS, H.Th.: Eine Verbesserung pantographischer Zeichnungen
Dtsch. zahnärztl. Z. 29, 1096
(1974)
16. ZOLA, A.,
ROTHSCHILD, E.A.: Condyle Positions in unimpeded
Jaw Movements
J. prosth. Dent., Vol. 11,
No. 5, 873 (1961)
17. BAUER, A.,
GUTOWSKI, A.: Zentrales Registrat und maximale
Kraniallage des Unterkiefers
Dtsch. zahnärztl. Z. 29,
967 - 968 (1974)

Mein aufrichtiger und herzlicher
Dank gilt Herrn Prof. Dr.Dr.
O. Bock.

Darüberhinaus danke ich all den-
nen, die durch klugen Rat und
persönliche Unterstützung (als
Versuchspersonen) an der Ent-
stehung dieser Arbeit mitgeholfen
haben.

LEBENS LAUF

Am 31. März 1950 wurde ich , Klaus Reiner Heinrich Ott, als Sohn des Zahnarztes Dr. Gerhard Ott und seiner Ehefrau Gertrud, geb. Meinicke, in Erlangen geboren. Sechsjährig wurde ich in die Volksschule Feuchtwangen eingeschult. Nach vier Jahren wechselte ich über zum Platengymnasium Ansbach und besuchte diese Schule bis zum Abitur.

Vom Winter - Semester 1969/70 an studierte ich Zahnmedizin an der Friedrich - Alexander - Universität in Erlangen. Die zahnärztliche Prüfung bestand ich am 27. September 1974 und bin seit dem 1. Oktober 1974 als Verwalter der Dienstgeschäfte eines wissenschaftlichen Assistenten in der Abteilung für Funktionelle Gebißanalyse (Abteilungsvorsteher Prof. Dr. Dr. O. Bock) der Universitäts - Kieferklinik beschäftigt.

Buchdruck – Offsetdruck

Karl Döres, 852 Erlangen, Jägerstr. 3 · Tel. 2 15 21